

将“温室杀手”变成“驱油利器” 吉林油田“碳”路新赛道

■ 彭冰 柳姗姗 刘晓晓

二氧化碳只占大气总体积的 0.03%~0.04%，但这种无色无味的温室气体，却是导致全球变暖的“隐形杀手”。如今，在吉林油田，这个“隐形杀手”却成了“驱油利器”。油田将捕捉的二氧化碳“灌注”到地下，将油层里的原油“驱赶”到生产井，不仅有效减少了碳排放，同时较之传统的注水驱油，提高原油采收率 25%。

“截至 2024 年底，我们已累计注入二氧化碳近 400 万吨，相当于植树 3400 万棵、200 余万辆经济型轿车停开一年，碳埋存总量领跑全国。”吉林油田二氧化碳开发公司（一体化中心）主任张德平说。

变废为宝，吉林油田依靠的是自主开发的 CCUS 技术。CCUS 即二氧化碳捕集利用与封存技术，在这条新兴赛道，吉林油田凭借不懈“碳”索，跑进了世界先进行列。

“三低”老油田，“碳”路从零起步

“二氧化碳要经过压缩，才能注入地下驱油。”1 月 15 日，踩着脚下积雪，伴着设备轰鸣声，吉林油田黑 46 注入站员工田洪波，一大早就开始对压缩机运行参数变化进行加密监测。黑 46 注入站正是吉林油田 CCUS “功勋站”。

吉林油田自 20 世纪 50 年代开始勘探，是典型的“三低”（低渗透、低丰度、低产出）油田。随着开发年限增加，资源劣质化问题日益突出，采收率不足 30%。剩余资源多像磨刀石般致密，想要从中“挤出油”来，愈发不易。

老油田真的“老”了吗？吉林油田给出的答案是：低品位不等于低效益，非常规资源要有非常规打法。20 世纪 90 年代，吉林油田从零起步，启动二氧化碳捕集埋存与提高采收率（CCUS-EOR）技术攻关。

2005 年，吉林油田在科尔沁草原深处发现了我国陆上第一个火山岩气田——长岭气田。该气田虽然天然气蕴藏丰富，但二氧化碳含量高达 20%，想实现清洁环保开发，首先必须解决伴生二氧化碳气体的去向问题。

“能否将气田伴生的二氧化碳注入油田用来驱油，在实现低碳减排的同时，提高原油采收率，做到一举两得？”张德平介绍说，长岭气田的地理位置与大情字井油田上下叠置，



正好为经济有效实施 CCUS 相关研究提供了绝佳试验区。

抓住这一天时地利，吉林油田作为中国石油的“碳”路先锋，将大情字井油田黑 59、黑 79、黑 46 区块列为先期“试验田”，不断加快攻关步伐。

利用二氧化碳驱油，最难攻克的就是强腐蚀问题。“大情字井油田本身为腐蚀结垢型水质，对防腐技术需求更高。”张德平率领团队熬红了双眼，熬瘦了身体，终于创新形成一套经济适用技术，使二氧化碳强腐蚀问题迎刃而解，而且，该技术与国外单纯采用高等级耐蚀材料的防腐技术相比，成本降低了 70% 以上。

持续“碳”索，建立全产业链

1 月 13 日，在黑 79 区块，工程师鞠伟艳看报表、摸管线、查单井，微信运动步数很快超过了 2 万。“扎进实验现场，获取一手资料”，是吉林油田 CCUS 技术人员的常态。

“大家的努力没有白费，截至目前，黑 79 区块提高采收率 25% 以上，增产水平在整个中石油范围内遥遥领先。”CCUS 青年技术攻关团队骨干李功科笑着对记者说，言语间充满自豪。

不久前，李功科代表吉林油田参加中国

石油第三届创新大赛总决赛，其参赛项目《CCUS 采油井智能管控技术研究》，从 70 个顶尖项目中杀出重围，斩获三等奖。

在 CCUS 创新攻关征程中，一个又一个“鞠伟艳”“李功科”勇往直前，从未停歇。20 多年来持续努力，吉林油田在国内率先走通了二氧化碳捕集输送、集输处理、循环注入全流程，研发形成了九大核心技术，累计申报国家专利技术 30 多项，先后获得国家级、省部级科技一二等奖近 20 项。

凭借系列自主技术，吉林油田建成了国内首个全产业链、全流程 CCUS-EOR 示范项目，这也是全球运行的 21 个大型 CCUS 项目中唯一一个中国项目，规模为亚洲最大。

“目前，该项目已发展成为国内二氧化碳集中式注入最早、工艺流程最全、HCPV 最大、驱油效果最好、二氧化碳埋存量最多的 CCUS 品牌项目，整体达国际领先水平。”张德平说。吉林油田的 CCUS 独门秘籍，引起了广泛关注。生产现场累计接待前来参观的国内外政府领导、行业专家等 2000 多人次。该公司还受邀参加了阿斯塔纳世博会、世界石油大会、国家科技成就展等，成为中国石油对外技术交流的一张亮丽名片。

共享发展，让油田更高产更低碳

董俊： 量化交易与跨市场集成，重塑金融科技生态

■ 李艳晨

随着技术革新，金融科技正经历深刻变革，从单纯技术创新迈向行业生态构建，优化投资者体验并推动普惠金融发展。董俊作为金融科技前沿的创新者与知名企业家，自 2005 年起便活跃于该领域，拥有深厚的软件技术研发背景和丰富的金融市场实践经验，创办了沈阳英祺科技、大连汇信等公司。他凭借对金融市场的深刻理解和技术创新的敏锐洞察力，在量化交易、跨市场数据集成和风险管理等领域取得突破性成果，不仅强化了市场效率与风险管控，还促进了金融科技与传统金融的深度融合。他始终坚持技术创新与市场需求相结合，致力于用科技力量赋能金融行业的转型升级，为金融行业在全球化和复杂投资环境中带来新发展机遇，使更多中小企业和投资者能够享受便捷、智能的金融服务。

量化交易策略优化与分析系统是董俊开发的核心技术之一。这个系统通过集成先进的算法模型和大数据分析技术，能够对金融市场中的大量交易数据进行深度分析，从而优化和调整交易策略。该系统支持历史数据

回测和实时参数调整，提升交易效率与准确性，并在复杂市场环境中实现最优收益，同时降低人为决策的风险，被广泛应用于董俊公司的量化交易业务。

董俊认为，量化交易与风险管理的结合是金融科技创新的的一大核心。量化交易不仅是追求收益的工具，更是风险管理的重要手段。他与团队运用数学模型和实时数据监控，结合高频交易策略，确保市场动荡时能够迅速调整仓位，降低系统性风险。

未来，董俊预见到随着市场的复杂性增加，风险管理将不仅仅依赖于传统的 VaR 模型，而需要更为复杂的多因子风险模型和情景分析技术。此外，董俊还特别强调，量化交易策略的设计必须将“黑天鹅”事件纳入考虑范围，通过机器学习等方法来识别潜在的极端市场变化，并提前部署应对措施，以降低可能的损失。

多家金融机构包括对冲基金和资产管理公司都引入了该系统，经调查反馈，它们曾面临着交易策略调整滞后、市场预测不准确等问题。这个系统显著提升了这些机构在市场波动中的反应速度，在复杂的市场环境中获

得了更高的收益，同时智能调整策略参数，在不同的市场条件下做出最佳决策，从而降低了操作的风险，增强了投资回报。

董俊另一备受认可的成果是跨市场交易集成平台。该平台消除了传统跨市场交易中的数据延迟与不对称问题，实现不同市场之间的无缝对接，使资本流动更加高效。在市场波动时，平台可实时同步数据并调整策略，保障投资组合的稳定性与流动性。在董俊公司内部，跨市场交易集成平台就被广泛应用于全球范围的资本流动和多市场投资策略实施，也被推广到全球多个金融机构，尤其是跨国公司和国际投资机构。利用平台的跨市场协同功能，它们得以在不同国家和地区的金融市场之间进行高效的资本流动和交易执行。

业内专家指出，跨市场交易集成的最大挑战在于如何实现数据整合与实时同步，尤其是不同市场的法规、交易时区、市场规则等差异带来了技术上的复杂性。此外，技术对接的成本和信息延迟也是亟待解决的问题。董俊也正在积极探索将区块链与现有的量化交易系统融合，从而开创出更加高效、安全的跨市场交易新模式。

科技赋能更高效

在湖集中心站站场，55 条线路一字排开，每日平均接发列车超过 80 列，解编车辆超过 1800 辆，日均调车作业超过 400 次，是矿区铁路运输的关键枢纽。

内燃机车司机张雪峰在温暖的机车操纵室里，实时接收作业计划。“列车调车监控系统的升级，不仅实现调车作业信息化，而且能够自动识别前方信号状态，防止了调车作业冒进信号，保证站内调车作业安全。”张雪峰介绍。

湖集中心站三场货运员王宗标说：“铁路货检智能检测系统，通过高速摄像头，对车辆关键部位进行实时拍照，传输到货检室，在室内就可对每节车厢内货物的装载加固状态进行安全检测，极大提高了检测效率。”

集控道口的逐步建设、机械化线路清筛步入正轨，矿区铁路线路的条件和安全运行

追光逐日 聚变发电更进一步

■ 鹿嘉惠

前不久，在安徽合肥，有“人造太阳”之称的全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST）创造了新的世界纪录。春节假期刚过，EAST 团队的工作状态如何？新的一年又有怎样的目标？未来真正实现可应用的核聚变发电还有多远？

2 月 6 日，记者来到合肥科学岛，在 EAST 装置大厅内，技术人员戴着“小黄帽”紧张有序地进行装置的检修、升级工作，为下一轮实验做准备。

黄耀是中国科学院合肥物质科学研究院等离子体所的副研究员，也是 EAST 装置运行控制系统团队成员。假期一结束，他就立马回到工作岗位，开启“战斗模式”。

“省委、省政府在科技创新方面作出部署，为一线科研工作者增添了信心动力。”黄耀表示，新的一年，将继续与团队一起加快研发紧凑型聚变实验装置的运行控制系统。

提到年初 EAST 装置的新突破，黄耀打开了话匣子：“为了实现此次突破，团队在多方面提升装置的性能，比如提升加热系统稳定性、控制系统精准性、诊断系统可靠性等，还解决了高参数等离子体集成运行、第一壁热与粒子排出等前沿问题。”

“未来磁约束聚变装置至少要维持小时量级的反应时间。”黄耀告诉记者，“1 亿摄氏度”“1066 秒”“高约束模式”的同时实现，意味着人类首次在实验装置上模拟出未来聚变堆高效稳态运行必备的环境，标志着聚变研究从前沿的基础研究转向工程实践，是一次重大跨越。

EAST 装置之所以被称为“人造太阳”，是因为其拥有类似太阳的核聚变反应机制。“核聚变能源具有原料丰富、安全高效、清洁低碳的独特优点，用它发电可提供近乎零碳排放的清洁能源。”黄耀说，核聚变的燃料之一氘在海洋中大量存在，一升海水中提炼出来的氘与另外一种原料锂经过聚变反应释放出的能量，相当于 300 升汽油燃烧的能量。

安全性高、能量密度高、资源丰富、环境友好，这些优点让可控核聚变成为未来能源的重要选择，也成为世界各国研究和投资的焦点。包括中国在内，全球都将“人造太阳”作为解决人类能源问题的“终极答案”之一。

为此，科学岛团队已经努力 50 余年，历经几代人接续研发，EAST 装置汇聚“超高温”“超低温”“超高真空”“超强磁场”“超大电流”等尖端技术于一体，近百万个零部件协同工作，拥有专利近 2000 项。

就长脉冲高约束束运行方面，EAST 先后跨越 60 秒、100 秒、400 秒等重大里程碑。此次实现千秒亿度高约束模式运行，表明我国在磁约束高温等离子体物理与工程技术研究方面走到了世界前列。

黄耀提到，在国内，除合肥外，成都等也有布局磁约束核聚变方面的大科学装置；在基础物理研究方面，中国科大、浙大、大连理工等高校也在积极探索研究；此外，上海、廊坊和西安等地都有商业资本参与到聚变能源的建设中。

近年来，安徽着力打造聚变能源科创引领高地建设，世界首个全超导托卡马克实验装置（EAST）、聚变堆主机关键系统综合研究设施（CRAFT）等装置已形成覆盖科学研究、工程集成、原型装置的磁约束核聚变大科学装置集群。围绕创新链布局产业链，2023 年 11 月，聚变产业联盟在合肥成立，已有 1000 多家单位携手加快聚变关键核心技术攻关，加快布局聚变能源装备、零部件、后市场全产业链。

“为了加速聚变工程化和商用化进程，在合肥，紧凑型聚变实验装置（BEST）正如火如荼地进行建设。”黄耀介绍，BEST 装置将使用真实的原料氘和锂进行可控核聚变反应，计划在 2027 年建设完成，并在全球首次演示聚变能发电。

发展聚变能源产业，既需要技术的不断突破，也需要资本的有力保障，更需要给足发展时间和容错空间。未来真正实现可应用的核聚变发电，还有多远？

“目前计划通过‘三步走’，实现聚变能源的商业应用。”黄耀说，一是 EAST 装置进行科学实验探究，这部分基本完成。第二步是用 3 年到 5 年时间加快建设全超导紧凑型聚变装置，实现能量的输出大于输入。第三步是计划在 2035 年建成中国聚变工程实验堆，实现能量的输出大于输入 20 倍，开启真正的聚变能源应用，巨量清洁的聚变能将逐步服务千家万户。



● 图为紧凑型聚变实验装置（BEST）项目正在加紧施工。

■ 张艳

日前，在淮北矿区运输的“主战场”——湖集中心站，一条条满载乌金的钢铁巨龙安全高效运行，全力保障矿区能源供应。

针对寒潮天气影响，淮北矿业集团铁运处“以智”启运，用好“联合办公”和“混煤调入协调群”平台，开启到矿即装、装好即运、运到即卸、卸完即开得快装快运快卸模式，全力保障矿区大动脉安全畅通。今年 1 月份，该处运量完成 315.74 万吨，实现首月开门红。

运输信息随时“掌”握

运输信息共享对于提高运输效率至关重要。在湖集中心站站场，副总工程师谭彬打开手机仓储及机车定位系统，告诉笔者：“以前，只有在调度中心才能看见机车在线运输情况，现在，随时随地便可实时获取矿区铁路车辆位置和速度信息。”